



Elektrolyse gør al energi fra vindmøller værdifuld

Mogensen, Mogens Bjerg; Hauch, Anne; Ebbesen, Sune Dalgaard; Jensen, Søren Højgaard; Graves, Christopher R.; Simonsen, Søren Bredmose

Publication date:
2015

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

Citation (APA):
Mogensen, M. B., Hauch, A., Ebbesen, S. D., Jensen, S. H., Graves, C. R., & Simonsen, S. B. (2015, Jan 20). Elektrolyse gør al energi fra vindmøller værdifuld. <http://videnskab.dk/miljo-naturvidenskab/elektrolyse-gor-al-energi-fra-vindmoller-vaerdifuld>

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.



Videnskab dk

Elektrolyse gør al energi fra vindmøller værdifuld

20. januar 2015 kl. 12:41 [1 kommentar](http://videnskab.dk/node/31991#disqus_thread)

ForskerZonen (/genre/forskerzonen) Når vindmøllerne producerer mere strøm, end vi kan nå at forbruge, bør vi lagre den overskydende energi som CO₂-neutrale syntetiske brændstoffer, mener en gruppe forskere fra DTU. De syntetiske brændstoffer kan nemlig uden videre fyldes i en almindelig bilmotor.

Emner: [Bæredygtighed](#) (/emne/baeredygtighed), [Energi](#) (/emne/energi), [Fremtidens energi](#) (/emne/fremtidens-energi), [Grøn](#)

[økonomi](#) (/emne/or), [Send](#) (http://videnskab.dk/printmail/31991) [Må](#) [PDF](#) (http://videnskab.dk/printpdf/31991) [Print](#) (http://videnskab.dk/print/31991)

Af: [Mogens Bjerg Mogensen](#) (/node/31985), forskningsprofessor, Institut for Energikonvertering og -lagring, Danmarks Tekniske Universitet, [med flere](#) (/node/32000)

Danske vindmøller producerede i 2014 så meget strøm, at det svarer til, at 39 procent af elforbruget blev dækket af vindkraft. Det viser nye tal fra Energinet.dk.

I takt med at Danmark og andre nordeuropæiske lande producerer en større og større andel af sin elektricitet med vindenergi, vil der være dage med kraftig blæst, hvor el-produktionen fra vindenergi overstiger behovet for elektricitet. I disse perioder kan elektricitet kun sælges til meget lave priser, og som det skete for nylig kan det i korte perioder endda koste penge at komme af med elektriciteten.

Spørgsmålet er derfor: 'Hvordan får vi gjort al vindenergi værdifuldt?'

Vi har i 25 år forsket i energiteknologier på DTU Energi (tidl. Forskningscenter Risø), og vi mener, at den bedste løsning i Danmark er at benytte den overskydende elektricitet fra vindmøller og andre vedvarende energikilder til elektrolyse.

På den måde kan man fremstille CO₂-neutrale syntetiske brændstoffer magen til fossile brændstoffer som naturgas, benzin og dieselolie ved elektrolyse af vand (H₂O) og kuldioxid (CO₂).

Elektrolyse betaler sig

Vi samlede for nylig en grundig oversigt over vores egne og andre internationale forskningsgruppers seneste resultater inden for elektrolyse i [en omfattende oversigtsartikel i det internationalt meget anerkendte tidsskrift Chemical Reviews](#) (<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/cr5000865>). Her sandsynliggjorde vi, at elektrolyse vil være rentabel på sigt.

Tillige er en af vores seneste store opdagelser – at levetiden af anlæg til at lagre elektricitet forøges væsentlig ved at anvende anlægget skiftevis som elektrolysator og brændselscelle – [netop publiceret i Nature Materials](#). (<http://www.nature.com/nmat/journal/issue/ncurrent/full/nmat4165.html>) et andet særdeles anerkendt tidsskrift.



Når vindmøllerne producerer mere energi, end vi kan forbruge, bør vi lagre den overskydende energi som syntetisk brændstof, mener en gruppe forskere fra DTU.

(Foto: [Shutterstock](http://www.shutterstock.com/pic-77277586/stock-photo-wind-turbines-farm.html?src=cs1_recent_image-1) (http://www.shutterstock.com/pic-77277586/stock-photo-wind-turbines-farm.html?src=cs1_recent_image-1))

Mest læste på Videnskab.dk

- 18/01 [Virker lysterapi mod vinterdepression?](#) (/sporg-videnskab/virker-lysterapi-mod-vinterdepression)
- 16/01 [Parallele verdener påvirker muligvis vores egen](#) (/miljo-naturvidenskab/parallele-verdener-pavirker-muligvis-vores-egen)
- 15/01 [Jordens tilstand er skubbet ud over grænsen](#) (/miljo-naturvidenskab/jordens-tilstand-er-skubbet-ud-over-graensen)
- 17/01 [Brat global opvarmning for 55 mio år siden mindede om i dag](#) (/miljo-naturvidenskab/brat-global-opvarmning-55-mio-ar-siden-mindede-om-i-dag)
- 15/01 [Mammutdød: Kometteori får et hak i tuden af danske forskere](#) (/miljo-naturvidenskab/mammutdod-kometteori-far-et-hak-i-tuden-af-danske-forskere)
- 16/01 [Mød kvinden, der ser som en flagermus](#) (/krop-sundhed/mod-kvinden-der-ser-som-en-flagermus)
- 14/01 [Fire korte videoer giver dig styr på kvantemekanik](#) (/miljo-naturvidenskab/fire-korte-videoer-giver-dig-styr-pa-quantemekanik)
- 19/01 [Du kan blive dømt for ikke at gøre noget](#) (/kultur-samfund/du-kan-blive-domt-ikke-gore-noget)
- 14/01 [Slap bækkenbund? Træning er det eneste, der hjælper](#) (/krop-sundhed/slap-baekkenbund-traening-er-det-eneste-der-hjaelper)
- 14/01 [Sådan sletter havet spor fra et mord](#) (/miljo-naturvidenskab/sadan-sletter-havet-spor-fra-et-mord)



videnskab.dk

Synes godt om 38.403

Videnskab dk

Søger studentermedhjælp

<http://videnskab.dk/kort-nyt/studentermedhjaelper-til-videnskabdk>

Når levetiden forøges bliver investeringsomkostningerne mindre og elektrolysen dermed mere rentabel. Elektrolyse sker i en elektrolysator, også kaldet et vandsønderdelings-apparat.

Det er et apparat, der består af mange elektrokemiske celler med positive og negative elektroder, lidt som i et genopladeligt batteri.

Der findes flere typer elektrolysatorer. Nogle kan kun spalte H₂O til brint (H₂) og ilt (O₂). Vi forsker i og udvikler elektrolysatorer som udover at spalte H₂O også kan omdanne en blanding af H₂O og CO₂ til H₂ og CO (kulmonoxid) og O₂.

Ved elektrolysatorens positive elektrode dannes O₂, og ved den negative elektrode dannes blandingen af H₂ og CO. Blandingen af H₂ og CO kaldes også syntesegas, og syntesegas kan omdannes til for eksempel syntetisk naturgas, benzin eller diesel ved en katalytisk proces.

CO₂-neutralt brændstof

Den CO₂, der bruges til fremstillingen af syntetisk brændsel, kan opsamles enten fra luften eller fra kraftværker baseret på biobrændsel, og da CO₂ indgår i elektrolyseprocessen, øges CO₂-mængden i atmosfæren ikke, når for eksempel syntetisk benzin bruges i bilerne. De syntetiske brændstoffer er derfor CO₂-neutrale.

Derudover kan syntetiske brændstoffer ganske praktisk indgå helt uden besvær i den eksisterende danske infrastruktur såsom naturgasledninger og benzinstationer, da de syntetiske brændstoffer rent kemisk er identiske med de brændstoffer, der anvendes i dag.

For eksempel er syntetisk naturgas (SNG) det samme som metan (CH₄). Metan er også hovedbestanddelen i fossilt naturgas, og SNG kan anvendes i det eksisterende naturgasnet.

På samme måde kan syntetisk benzin og diesel anvendes direkte i eksisterende biler.

En meget brugbar celle

Som nævnt ovenfor forsker vi på DTU Energi i en elektrolysatortype, som kaldes fast oxid elektrolyse celler; på engelsk: solid oxide electrolysis cell (SOEC).

I en SOEC består den enkelte elektrokemiske celle af faste keramiske materialer. En SOEC er en reversibel celle, og det betyder, at cellen kan producere elektricitet, hvis man tilfører H₂, CO eller andre energirige gasser til den ene elektrode og O₂ (luft) til den anden elektrode. En celle, der producerer elektricitet på den måde, kaldes en brændselscelle.

Det betyder at det selvsamme anlæg kan anvendes både som elektrolysator og brændselscelle.

Anlægget kan producere brændstof, når vinden blæser så meget, at der er overskudsstrøm, og producere elektricitet ud fra de tidligere producerede brændstoffer på vindstille dage.

Desuden kan vi anvende den overskydende vindenergi til at lave syntetiske brændsler til vores transportsektor.

Når de elektrokemiske celler anvendes som brændselsceller kaldes de fast oxid brændselsceller; på engelsk solid oxide fuel cells (SOFC). Da der er tale om præcis samme elektrokemiske celler, bruger vi ofte bare forkortelsen SOC, solid oxide cells.

25 års forskningssamarbejde

På DTU Energi er, og har vi i over 25 år været, førende inden for det danske samarbejde om forskning og udvikling af SOC i tæt samarbejde med Haldor Topsøe A/S og en række andre danske partnere.

Vi er også involveret i adskillige europæiske og internationale projekter. Haldor Topsøe A/S (HTAS) arbejder med SOEC teknologien og producerer små anlæg til demonstration i en forsøgsfabrik.

HTAS sælger allerede de katalytiske reaktorer, som er nødvendige for at omdanne syntesegassen (H₂ + CO) til syntetisk naturgas, benzin, diesel eller andet brændstof. Reaktorerne er veludviklede og kommercielt tilgængelige, idet de allerede bruges til fremstilling af syntetisk brændsel fra kul og fra biomasse.

SOEC, elektrolysatoren, er derimod endnu ikke helt færdigudviklet. DTU støtter HTAS og det danske samfund ved at forske i, hvordan vi kan gøre elektrolysecellerne billigere,

Fakta

Artiklens øvrige forfattere:

Anne Hauch, Seniorforsker, Ph.d., Institut for Energikonvertering og -lagring, Danmarks Tekniske Universitet

Sune Dalgaard Ebbesen, Seniorforsker, Institut for Energikonvertering og -lagring, Danmarks Tekniske Universitet

Søren Højgaard Jensen, Seniorforsker, Institut for Energikonvertering og -lagring, Danmarks Tekniske Universitet

Christopher R. Graves, Seniorforsker, Institut for Energikonvertering og -lagring, Danmarks Tekniske Universitet

Søren Bredmose Simonsen, Postdoc, Institut for Energikonvertering og -lagring, Danmarks Tekniske Universitet



Seneste nyheder

- 12:41 [Elektrolyse gør al energi fra vindmøller værdifuld](#) (/miljo-naturvidenskab/elektrolyse-gor-al-energi-fra-vindmoller-vaerdifuld)
- 11:08 [Dårlige vaner kvittes lettere sammen med kæresten](#) (/krop-sundhed/darlige-vaner-kvittes-lettere-sammen-med-kaeresten)
- 09:51 [Forskere: Ikke overraskende, at sodavandsafgift var nyttesløs](#) (/kultur-samfund/forskere-ikke-overraskende-sodavandsafgift-var-nytteslos)
- 03:51 [Første del af danskernes arvemasse er kortlagt](#) (/krop-sundhed/forste-del-af-danskernes-arvemasse-er-kortlagt)
- 16:59 [Skizofreni og svær depression deler fejl i biologiske processer](#) (/krop-sundhed/skizofreni-og-svaer-depression-deler-fejl-i-biologiske-processer)
- 13:49 [Skilsmissebølgen i januar har eksisteret siden middelalderen](#) (/kultur-samfund/skilsmissebølgen-i-januar-har-eksisteret-siden-middelalderen)
- 12:45 [Hvorfor i alverden bor der mennesker i Arktis?](#) (/sporg-videnskab/hvorfor-i-alverden-bor-der-mennesker-i-arktis)
- 11:04 [Snoet lys kan flytte Mozart-billede tre kilometer gennem luften](#) (/teknologi/snoet-lys-kan-flytte-mozart-billede-tre-kilometer-gennem-luften)
- 09:49 [Hvorfor fisk burde lægge store æg - men ikke gør det](#) (/miljo-naturvidenskab/hvorfor-fisk-burde-lægge-store-æg-men-ikke-gør-det)
- 03:39 [Du kan blive dømt for ikke at gøre noget](#) (/kultur-samfund/du-kan-blive-dømt-ikke-gøre-noget)

ANNONCEINFO (/OM/ANNONCER-PA-VIDENSKABDK)

København –
Karup

fra /
enkelt
billet

299,-

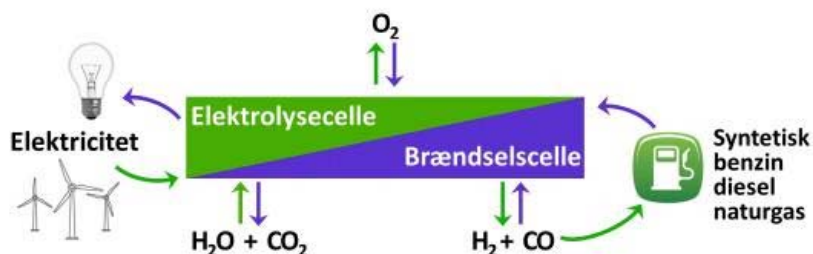


Det læser andre lige nu



[/teknologi/nu-testes-spejlene-til-hubbles-afløser](#)

[Nu testes spejlene til Hubbles](#)



Princippet i et energisystem, som vi mener, kan være hensigtsmæssigt til at indpasse vindenergien i fremtiden. (Illustration: Danmarks Tekniske Universitet)

opnå længere levetid og gøre dem mere robuste i det hele taget. Men det vil sandsynligvis tage endnu nogle år, før SOC teknologien er på markedet i stor stil.

Teknisk set kan vi begynde allerede nu

Så er spørgsmålet: 'Kan vi omsætte al overskydende vindenergi produceret el ved hjælp af anden elektrolyseteknologi her og nu?' Svaret er teknisk set 'Ja'.

Man kan købe store elektrolyseanlæg af typen alkalisk elektrolysator, der har været kommercielt tilgængelige i henved 100 år. Alkaliske elektrolysatorer er på nuværende tidspunkt ikke så effektive som SOEC, og de kan kun fremstille H_2 ved spaltning af H_2O .

Alkaliske elektrolyseanlæg har en lang levetid, og et par internationale firmaer har produktionsfaciliteter til at kunne levere flere anlæg om året i megawatt (MW) størrelse.

Man kan også katalytisk omdanne H_2 og CO_2 til syntetisk brændsel med kendt teknologi, men også her vil effektiviteten nok være mindre end ved fremstillingen af syntetiske brændsler ud fra H_2 og CO ved hjælp af SOC elektrolyse.

DTU Energi deltager også i forskning med det formål at forbedre andre typer af elektrolyse- og brændselsceller end blot SOC.

Økonomisk set skal der stadig udvikles

Så er der endelig økonomien. Skal vi ikke bare straks gå i gang med at bygge elektrolyse- og katalyseanlæg til fremstilling af CO_2 neutrale syntetisk brændstoffer?

Svarene er:

1. **Jo**, både det tyske firma Sunfire, og danske HTAS (i samarbejde med andre partnere i Danmark) er allerede gået i gang med at bygge og afprøve sådanne anlæg for at se, hvor længe de kan holde i praksis og for at undersøge om der er forhold/problemer, der indtil nu er blevet overset i forsknings- og udviklingsarbejdet i laboratorierne.
2. Men svaret kan også være: **Nej**, det giver næppe økonomisk mening straks at bygge anlæg til fremstilling af syntetiske brændsel i stor stil, fordi der er fortsat for lidt overskydende el. Det er kun i få korte perioder om året, at der produceres alt for meget el med vindmøllerne. Når teknologien er fuldt udviklet, kan man lave diesel fra H_2O og CO_2 via elektrolyse til sammenlignelig pris som diesel koster i dag, men det er ikke rentabelt at investere i disse anlæg endnu. Først når vi producerer væsentligt over halvdelen af vores elektricitet med vind eller andre vedvarende energikilder, bliver det nødvendigt med energilagring i stor stil.

Ingen madvarer i benzinen

For at hjælpe produktionen af CO_2 neutrale brændstoffer i gang, kunne man i Europa beslutte, at man lige såvel kunne tilsætte CO_2 neutral syntetisk metanol til benzin som den nu krævede bioætanol.

Hvis bioætanol ikke må være fremstillet af potentielle madvarer, så vil syntetisk metanol sandsynligvis kunne blive konkurrencedygtig inden for en ret kort årrække.

Så det vil være både godt for både miljøet, madforsyningen og økonomien, hvis man etablerer anlæg der kan producere brændstof, når vinden blæser så meget, at der er overskudsstrøm, og elektricitet ud fra de tidligere producerede brændstoffer på vindstille dage.

Derved gør vi al vindenergi værdifuld!

Relaterede artikler

[afløser \(/teknologi/nu-testes-spejlene-til-hubbles-afløser\)](#)

8. januar 2010 kl. 15:02



[\(/kultur-samfund/musikere-holder-fast-i-pladeselskaber\)](#)

[Musikere holder fast i pladeselskaber \(/kultur-samfund/musikere-holder-fast-i-pladeselskaber\)](#)

9. november 2012 kl. 10:04



[\(/miljo-naturvidenskab/gronlandshvalernes-sang-giver-ny-viden-om-lyd\)](#)

[Grønlandshvalernes sang giver ny viden om lyd \(/miljo-naturvidenskab/gronlandshvalernes-sang-giver-ny-viden-om-lyd\)](#)

11. maj 2013 kl. 11:13

[ANNONCEINFO \(/OM/ANNONCER-PA-VIDENSKABDK\)](#)

Anbefalinger

Log på

Log på Facebook for at se dine venners anbefalinger.



Voldsom stigning i halskræft kan forklares med HPV

En person anbefaler dette.



Oralsex kan øge risikoen for HPV-relateret kræft i mandlerne

En person anbefaler dette.



Kvinder med mange mandevenner får mere sex derhjemme

115 personer anbefaler dette.

Facebook - socialt tilføjelsesprogram

Spørg Videnskaben



[\(/sporg-videnskaben/hvorfor-i-alverden-bor-der-mennesker-i-arktisk\)](#)

[Hvorfor i alverden bor der mennesker i Arktis? \(/sporg-videnskaben/hvorfor-i-alverden-bor-der-mennesker-i-arktisk\)](#)

19. januar 2015 kl. 12:45

['Det Store Biobrændstof-bedrageri' \(/miljo-naturvidenskab/det-store-biobraendstof-bedrageri\)](#)
[Hvorfor har vindmøller tre vinger? \(/sporg-videnskab/hvorfor-har-vindmoller-tre-vinger\)](#)
[Drop biobrændstofferne - sats på atomkraft \(/miljo-naturvidenskab/drop-biobraendstofferne-sats-pa-atomkraft\)](#)
[Sådan får vi billig bioethanol \(/teknologi/sadan-far-vi-billig-bioethanol\)](#)
[Hvorfor drejer alle vindmøllevinger samme vej? \(/sporg-videnskab/hvorfor-drejer-alle-vindmollevinger-samme-vej\)](#)

Synes godt om 2 personer synes godt om dette.

+1

Tweet

Share

Videnskabelige kilder

['High Temperature Electrolysis in Alkaline Cells, Solid Proton Conducting Cells, and Solid Oxide Cells', Chemical Reviews \(2014\). DOI: 10.1021/cr5000865](#)
(<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/cr5000865>)
['Eliminating degradation in solid oxide electrochemical cells by reversible operation' Nature Materials \(2014\). DOI: 10.1038/NMAT4165](#)
(<http://www.nature.com/nmat/journal/issue/current/full/nmat4165.html>)

Eksterne links

[Mogens Bjerg Mogensens profil \(DTU\)](#)
(<http://www.dtu.dk/Service/Telefonbog/Person?id=38476&tab=2&q=dtupublicationquery#tabs>)
[Anne Hauchs profil \(DTU\)](#)
(<http://www.dtu.dk/Service/Telefonbog/Person?id=28304&tab=1>)
[Sune Dalgaard Ebbesens profil \(DTU\)](#)
(<http://www.dtu.dk/Service/Telefonbog/Person?id=38879&tab=1>)
[Søren Højgaard Jensens profil \(DTU\)](#)
(<http://www.dtu.dk/Service/Telefonbog/Person?id=24200&tab=2&q=dtupublicationquery>)
[Christopher R. Graves profil \(DTU\)](#)
(<http://www.dtu.dk/Service/Telefonbog/Person?id=50484&tab=2&q=dtupublicationquery>)
[Søren Bredmose Simonsens profil \(DTU\)](#)
(<http://www.dtu.dk/Service/Telefonbog/Person?id=37097&tab=2&q=dtupublicationquery>)

1 Kommentar



Deltag i diskussionen...



Rolf Dupont Hansen • 29 minutter siden

Den process med at fremstille syntetiske kulbrinter ud af CO₂ og vand, vil kun blive effektiv hvis vi supplerer vores vindkraft med feks høj temperatur molten salt reaktorer der tillader effektiv højtemperatur reaktioner uden brug af sjældne og dyrebare katalysatorer og ellers er det bedøvende lige meget

Den lille bitte vindkraft vi har idag kunne vi sagtens bruge selv, jeg behøver vel ikke nævne den abnorme afbrænding af fossile brændsler og såkaldte "grønne" biomasse (der består af uhensigtsmæssig skovede områder og skader vores miljø og klima ligeså meget som fossile brændstoffer), vi brænder af for at holde varmen på trods af vores kæmpe eksport af vindenergi. Det kræver bare såkaldte elptroner som bare er en forstørret dyppekoger, hvis eneste årsag til vi ikke bruger denne langt billigere løsning, skyldes politik. Og dette er så endnu et perfekt eksempel på hvor meget vores energi politik sejler i uvidenhed og dogmer...

^ | v • Svar • Del >

[Vilkår for kommentarer \(/om/vilkar-kommentarer-pa-videnskabdk\)](#)

Seneste fra Miljø & Naturvidenskab



MILJØ & NATURVIDENSKAB (/MILJO-NATURVIDENSKAB)

Elektrolyse gør al energi fra vindmøller værdifuld (/miljo-naturvidenskab/elektrolyse-gor-al-energi-fra-vindmoller-vaerdifuld)

20. januar 2015 kl. 12:41 [Kommentarer \(/videnskab.dk/miljo-naturvidenskab/elektrolyse-gor-al-energi-fra-vindmoller-vaerdifuld#disqus_thread\)](#)

Når vindmøllerne producerer mere strøm, end vi kan nå at forbruge, bør vi lagre den



[\(/sporg-videnskab/virker-lysterapi-mod-vinterdepression\)](#)

Virker lysterapi mod vinterdepression? (/sporg-videnskab/virker-lysterapi-mod-vinterdepression)

18. januar 2015 kl. 11:19

[Se flere spørgsmål og svar \(/sporg-videnskab\)](#)

[ANNONCEINFO \(/OM/ANNONCER-PA-VIDENSKABDK\)](#)

Abonner på vores nyhedsbrev

Når du tilmelder dig, deltager du i konkurrencen om [lækre præmier](#).
([/nyhedsbrev](#))

Emailadresse: *

Navn: *

Tilmeld!

Seneste kort nyt

- 10:38 **Danske forskere skal revolutionere sygdomsovervågning (DR)** (/kort-nyt/danske-forskere-ska-revolutionere-sygdomsovervagning)
- 10:27 **Voldsom stigning i halskræft kan forklares med HPV (Rigshospitalet)** (/kort-nyt/voldsom-stigning-i-halskraeft-kan-forklares-med-hpv)
- 10:17 **Her er typen, der falder for konspirationsteorier (psmag.com)** (/kort-nyt/her-er-typen-der-falder-konspirationsteorier)
- 10:15 **Ny dansk forskning kaster lys over mystiske udbrud af radiobølger (KU)** (/kort-nyt/ny-dansk-forskning-kaster-lys-over-mystiske-udbrud-af-radiobolger)
- 10:10 **Moderat alkoholindtag mindsker risiko for hjertesvigt (forskning.no)** (/kort-nyt/moderat-alkoholindtag-mindsker-risiko-hjertesvigt)

[Se alle Kort nyt \(/kort-nyt\)](#)

Mest sete video



[\(/krop-sundhed/let-friste-sadan-far-du-mere-selvdisciplin\)](#)

Let at friste? Sådan får du mere selvdisciplin (/krop-sundhed/let-friste-sadan-far-du-mere-selvdisciplin)